BIM 技术在运河宿迁港项目中的应用

李欣宇[1] 何宇航[1] 霍旭薪[2]

（中电建建设集团有限公司，北京 100120）

摘要：以江苏宿迁港及仓储一期工程项目为依托，结合设计要求高、方案复杂、时间紧张、绿色施工的特点，针对传统施工所遇到的问题，利用 BIM（建筑信息模型）技术，在现场大量使用高新信息化施工技术，实现复杂工程可视化，进行参数化建模，利用虚拟三维模型模拟施工，发现问题及时调整；得到最准确的工程基础数据，能够对全过程实现造价管理；工程数据在全过程被共享和重复利用；全力保证工程满足绿色建筑评价要求。结合宿迁港项目，进一步研究了 BIM 技术在施工阶段的具体应用，包括深化设计应用、可视化技术、与高科技技术结合、5D 技术等。

关键词：建筑信息模型技术；可视化技术；5D

作者简介：李欣宇（1982-） 男，高级工程师；何宇航（1985-）工程师

0 前言

进入 21 世纪以来，建筑行业一直是我国国民经济的支柱产业之一，近年来，相关国家政策的实施无疑是给建筑业提供了更大的发展机遇。目前，建设项目深化设计要求越来越高，建设方案越来越复杂，工期越来越紧张，采用传统模式进行信息沟通和管理已不能满足要求，一种便捷高效的管理理念应运而生[1、2]。

BIM 技术（Building Information Modelling，建筑信息模型）是一种多维的模型信息集成技术，提供了先进的管理理念[3]，通过 BIM 专项管理平台能够实现三维的信息传递与共享。在传统模式下，发生索赔与争议事件的主要原因是信息错误传达和不完备，BIM 技术的信息管理能够从源头上有效避免此类事件的发生。BIM 技术创建了包含建筑工程项目设计、施工、管理相关信息的建筑、结构、机电模型，进而实现对整个建设项目全过程的实际控制。BIM 技术为实现设计施工一体化提供了清晰的解决思路、先进的技术平台，同时，有望解决目前建筑工

李欣宇（1982-）男，高级工程师；何宇航（1985-）工程师

程领域存在的整体性不强、协调性差等问题，在提升建筑项目的建筑水平以及管理水平方面具有重要作用，在整个建筑工程项目全生命周期当中具有重要意义。本文以运河宿迁港为例，利用 BIM 技术进行建模，通过动态模拟施工，对项目实现科学管理。

1 工程概况

运河宿迁港位于宿迁市运河中心港产业园，现阶段在施项目京杭运河枢纽港扩容提升工程 1#楼、2#楼为两栋绿色三星办公楼，项目用地面积 12 992 m²平方米，总建筑面积 1 541.18 平方米m²，主体为框架结构。其中：1#楼（高低跨结构）为半地下一层，高跨地上 6 层，低跨 1 层，；2#楼为高跨地上 3 层，低跨地上 2 层，低跨处主体结构为钢结构。其效果图如图 1 所示。

本文结合宿迁港项目，进一步研究了 BIM 技术在施工阶段的具体应用，包括深化设计应用、可视化技术、与高科技技术结合、5D 技术等。本项目两栋办公楼为绿色建筑，因此对“四节一环保”、施工管理及运营管理的要求高，项目在工程施工之初精心策划，以绿色施工智慧工地打造绿色建筑为管理理念，现场大量采用高新信息化施工技术，全力保证工程满足绿色建筑评价要求。BIM 应用技术图如图 2 所示。



图 1 本项目 BIM 模型

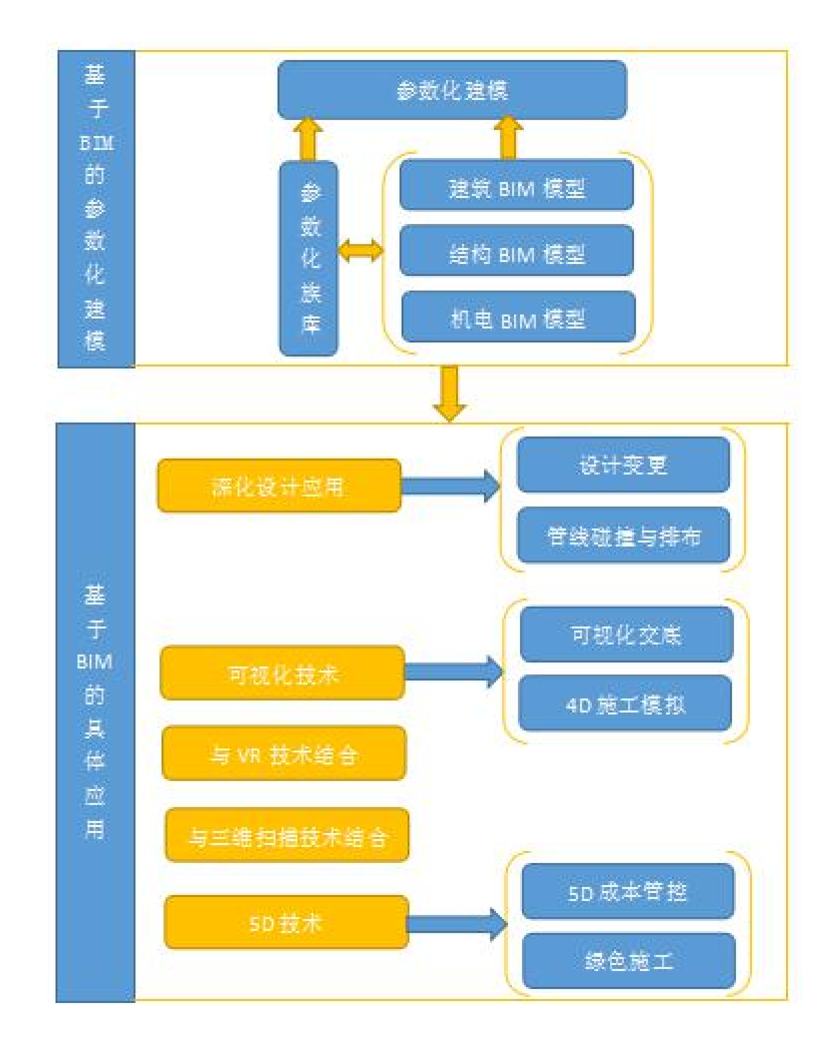


图 2 BIM 应用技术路线图

2 BIM 技术在项目中的具体应用

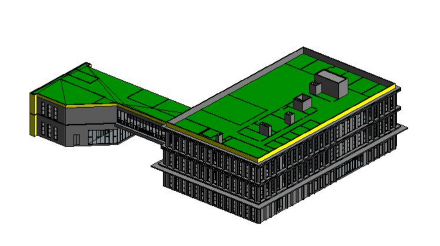
2.1 基于 BIM 的参数化建模

在对项目进行 BIM 建模之前，首先需要建立的是参数化构件族库。在运河宿迁港项目中，存在大量构件的类型及参数类别是相似的，考虑到要避免因图纸变更和工程改动而可能造成的整个项目模型的修改和调整，同时要考虑到进度控制和成本控制，建模过程中，运河宿迁港项目基于 BIM 技术的参数化特征，建立起参数化构件族库，该族库支持实时快捷修改，如果对族库中某类型构件参数进行修改，这些修改将应用于该类型的所有图元实例，从而实现数据库和模型的双向链接。

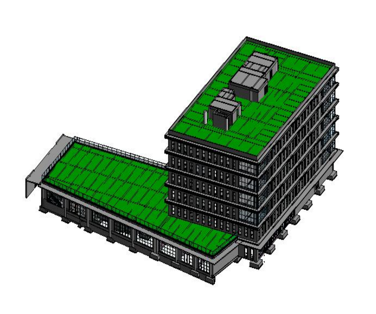
在 BIM 实施过程中，考虑到运河宿迁港项目的需求，制定出标准化族库，收入尺寸、材质、密度、造价等参数化数据，同时开发了关于本项目的专项族库，包含系统族、标准构件族、内建族。在本项目中应用参数化族库，接下来查询、

修改等工作可以直接调取组库数据，根据实际情况进行操作，能够大幅提升工作效率。参数化族库的建立在运河宿迁港项目中发挥了很好的作用[4]。

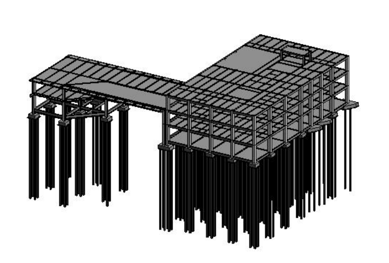
运河宿迁港项目应用的软件是 Autodesk 公司的 Revit 软件，采用三步进行建模：首先识别 CAD 施工图纸，大概了解建筑结构和管线设备结构；其次熟悉广联达建模标准；最后将 CAD 文件导入 Revit 软件，利用 Revit 中的三维模型构件，根据施工图纸中的轴网、标高等信息，延二维图形分布进行建模，对于三维构件中不全面的部分，建模人员需要自行绘制相应族文件。运河宿迁港项目中建立的参数化模型如图 3 所示。



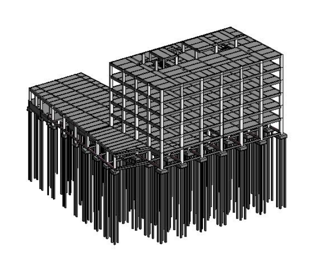
(a)1 号楼建筑模型



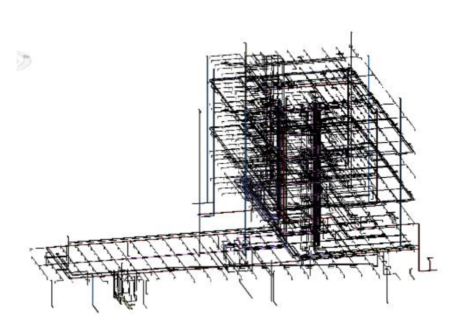
(b)2 号楼建筑模型



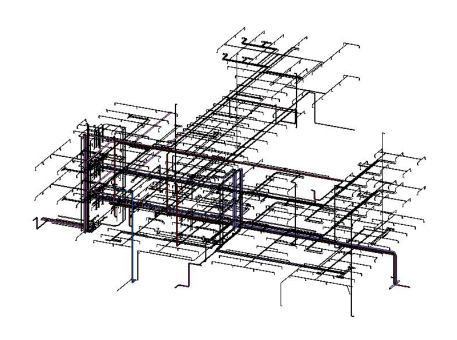
(c)1 号楼结构模型



(d)2 号楼结构模型



(e)1 号楼给排水模型



(f)2 号楼给排水模型

图 3 参数化族库建立

2.2 基于 BIM 的深化设计应用

施工过程中的设计变更会直接影响工期和造价，若在变更过程中管理不善，进度目标、费用目标将无法保证。BIM 深化设计应用可以从源头上减少变更的发生，从而改变这一局面。本项目采用可视化建筑信息模型使形成施工图前完善修改工作，设计师通过三维设计能够更加直观的发现设计中不完善之处，在交付设计成果前修改设计错误，从而减少后续的设计变更。即使在施工期间发生设计变更，采用 BIM 技术也能够对设计变更进行有效管理和动态控制。

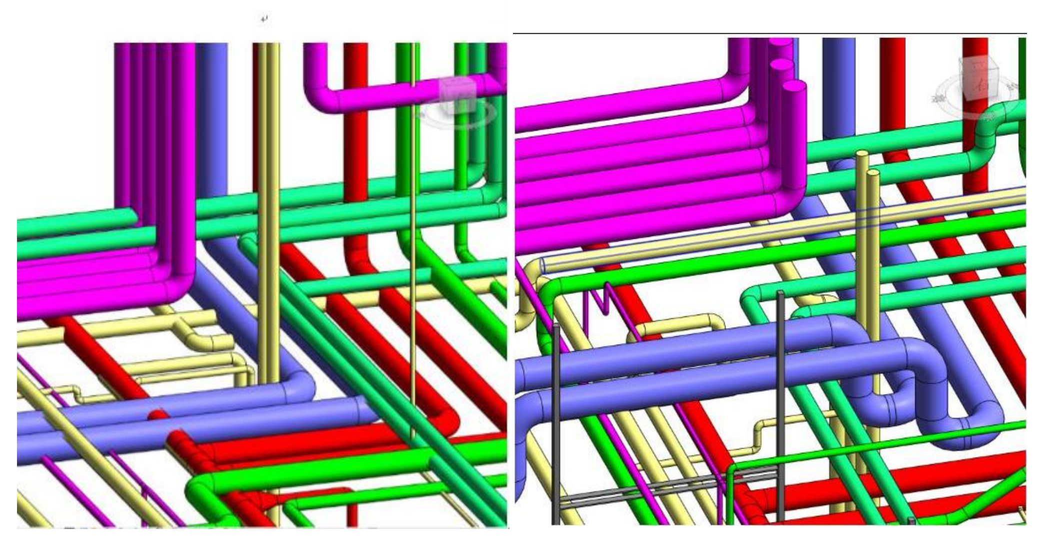
针对运河宿迁港项目的复杂性，运用 BIM 技术进行建模与整合，根据检测任务需要，选择待检模型，利用 BIM 模型的三维可视化进行查找，以避免幕墙 GRC 与混凝土结构碰撞、幕墙天沟与主钢结构碰撞以及机电与钢结构碰撞等问题。根据碰撞报告显示，本项目运河宿迁港及仓储一期工程共发现碰撞点 4 000 余处，类型均为硬碰撞，经检测，碰撞报告如图 4 所示，使用 ~~r~~Revit 建立全机电专业模型，~~n~~Naviswork 进行管线碰撞、优化、排布，保证模型与现场施工高度一致，针对发现的管线碰撞问题，采用 BIM 技术进行管道优化，管道优化前后对比如图 5 所示。同时，项目设计团队应用 Revit 软件进行深化设计，利用三维模型自动生成各种平面、剖面、大样图。结合现场实际情况及工程施工进度，根据图纸设计说明、规范、图集及业主单位的相关要求，项目部自开工以来先后完成了施工现场平面布置图、二次结构构造柱、钢结构工程、摩擦阻尼器等多方面的图纸深化设计，并得到业主和监理单位的签字确认，及时指导现场施工。

odesk sworks 碰撞报告

公差	碰撞	新建	活动的	已审阅	已核准	已解决	类型	状态
001m	4345	4345	0	0	0	0	硬碰撞	确定

							项目 1				项目 2			
碰撞名称	状态	距离	网格位置	说明	找到日期	碰撞点	项目 ID	图层	项目 名称	项目 类型	项目 ID	图层	项目 名称	项目 类型
碰撞1	新建	-2.441	2-1/9-2-1/D : 10	硬碰撞	2017/9/7 09:15.29	x:17.582、 y:74.189、 z:10.154	:	<无标高>	STEEL/Q345B 98979	实体	元素 ID: 1498785	-70	混凝土 - 现场浇注混凝土-C60	实体
碰撞2	新建	-2.441	2-1/9-2-1/D : 10	硬碰撞	2017/9/7 09:15.29	x:17.582、 y:74.189、 z:10.154	元素 ID: 316021	<无标高>	STEEL/Q345B 98979	实体	元素 ID: 1498785	-70	混凝土 - 现场浇注混凝土-C60	实体
碰撞3	新建	-2.349	2-1/D-2-6 : 9.82	硬碰撞	2017/9/7 09:15.29	x:-46.751、 y:2.665、 z:9.836	:	<无标高>	STEEL/Q345B 295330	实体	元素 ID: 1495812	-70	混凝土 - 现场浇注混凝土-C60	实体
碰撞4	新建	-2.349	2-1/D-2-6 : 9.82	硬碰撞	2017/9/7 09:15.29	x:-46.751、 y:2.665、 z:9.836	元素 ID: 310370	<无标高>	STEEL/Q345B 295330	实体	元素 ID: 1495812	-70	混凝土 - 现场浇注混凝土-C60	实体
碰撞5	新建	-1.322	2-9-2-F : 10	硬碰撞	2017/9/7 09:15.29	x:0.394、 y:75.758、 z:10.205	元素 ID: 288401	<无标高>	STEEL/格栅板 288921	实体	元素 ID: 1499018	-70	混凝土 - 现场浇注混凝土-C60	实体
碰撞6	新建	-1.322	2-9-2-F : 10	硬碰撞	2017/9/7 09:15.29	x:0.394、 y:75.758、 z:10.205	元素 ID: 288402	<无标高>	STEEL/格栅板 288921	实体	元素 ID: 1499018	-70	混凝土 - 现场浇注混凝土-C60	实体
碰撞7	新建	-1.301	2-1/D-2-6 : 10	硬碰撞	2017/9/7 09:15.29	x:-47.348、 y:4.806、 z:10.170	:	<无标高>	STEEL/Q345B 295330	实体	元素 ID: 1495812	-70	混凝土 - 现场浇注混凝土-C60	实体

图 4 碰撞报告



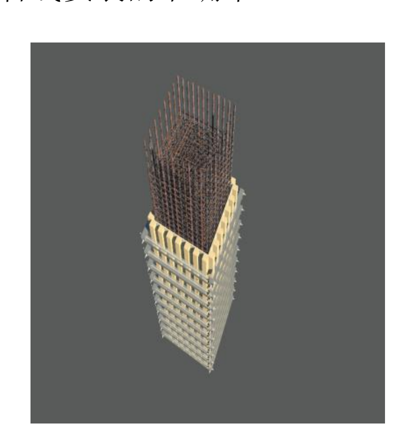
（a）管道优化前　　　　　　b）管道优化后

图 5 管道优化前后对比

2.3 基于 BIM 的可视化技术

在运河宿迁港项目中，针对传统纸质交底存在实用性不强、方法繁琐等问题，采用 BIM 技术三维模型可视化交底，更加形象客观，具有更强的实用性，如图 6 所示；基于施工现场采用大量盘扣式脚手架，脚手架连接处插销多工艺复杂，现采用三维模型交底方式，可视性强，保证脚手架工程安全搭建；况且施工现场机电结构复杂，专业多，易发生安装与图纸不符现象，根据提供的二维图纸搭建机电管线模型进行可视化交底，能够大大提高机电管线安装的准确率。





（a）传统纸质交底　　　　　　（b）可视化交底

图 6 传统纸质交底与可视化交底对比

考虑到本项目工期紧张，且施工环境复杂，施工人员专业素质各异，由此可能会发生信息沟通不对称的现象，进而可能导致施工错误或延期，BIM 小组采用

navisworks 软件进行 4D（3D+Time）施工模拟，模拟施工进度指导现场施工保证工程能按期、高质完成。实施施工模拟的过程就是通过建立 BIM 模型，把施工计划、数据、现场环境、方案等纳入模型之中，运用 BIM 软件进行施工模拟，其施工进度模拟及控制流程如图 7 所示。

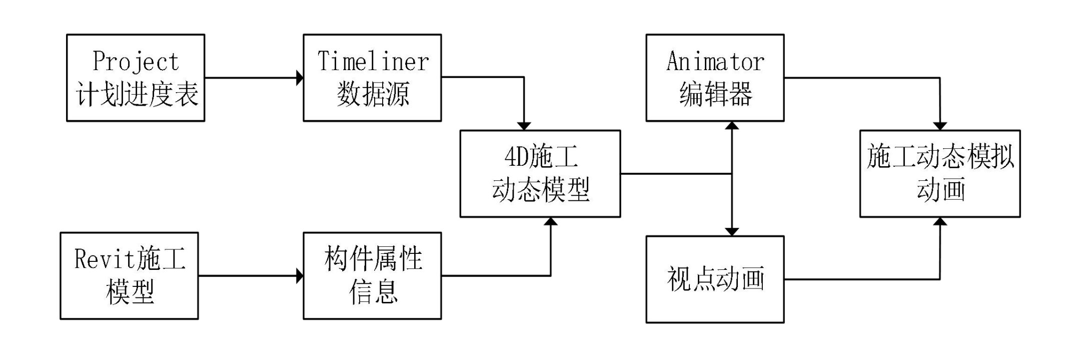


图 7 施工进度模拟及控制流程图

2.4 BIM 与 VR 技术结合

本项目利用 BIM 技术建立的工程模型~~模型~~导入 ~~UNITY~~Unity 3D 中进行加工、处理，之后利用 VR 设备进行 VR 实景演示。VR 技术可以把二维图纸上的建筑规划图变成更有空间感的模型，决策者可以任意进入虚拟建筑内，从任意视角去体验观察作品，从材料、尺寸到采光，真实体验位置场景、空间尺寸，结合 VR 体验设备实现动态漫游，实现更加真实的体验（如图 8 所示）。



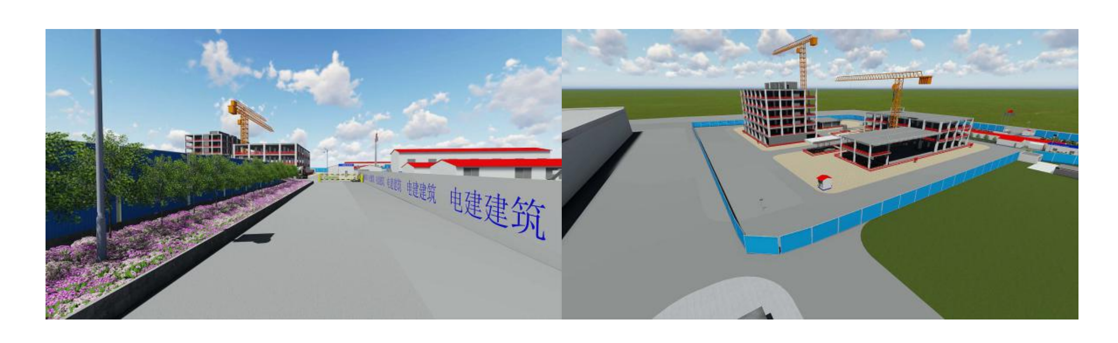
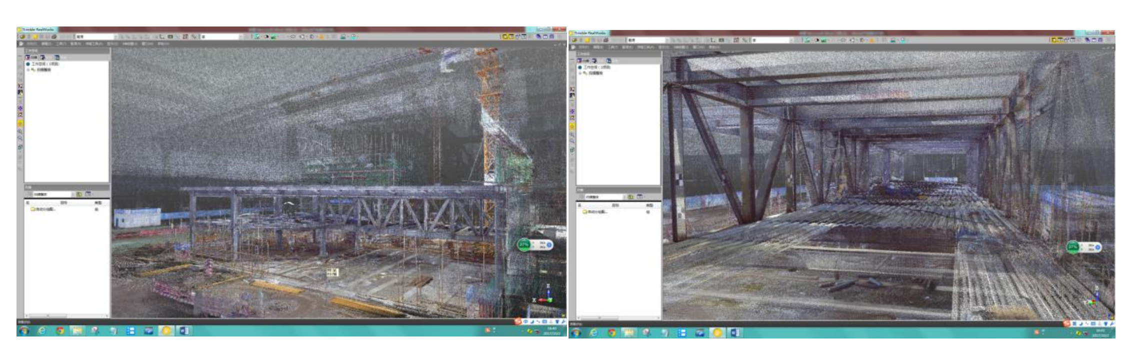


图 8 VR 实景演示图

2.5 BIM 与三维扫描技术结合

在施工工程中，很难在各个不同的项目组之间以及复杂的全工程范围内进行沟通交流。BIM 技术在 3D 模型中加入进度、成本等信息，形成 5D 模型，使模型能够更加直观地展现有关项目的所有信息，对于各个项目组之间的协调工作特别关键。但是在施工阶段，要将模型应用于管理则需要有效手段加以辅助，因此，本项目采用三维扫描技术作为纽带，连接 BIM 模型与工程现场，利用三维扫描技术对正在施工或竣工后的建筑进行扫描，生成点云模型，该模型能够反映实体建筑的内部结构以及空间位置关系等信息，三维扫描合成图如图 9 所示。三维扫描技术将工程现场的情况完整的记录下来，获得数据全面完整，将获得的点云模型与已建 BIM 模型进行对比校核，及时地对施工中存在的误差进行调整和修改，从而保证建筑实体与 BIM 模型的统一。其最大特点就是非接触面测量，有效地解决了施工现场复杂的测量问题，扫描技术对于工程现场最大的好处在于优化现场人员主要以钢尺、传统图纸作业这种繁琐的工作方式，其应用流程路线图如图 10 所示。



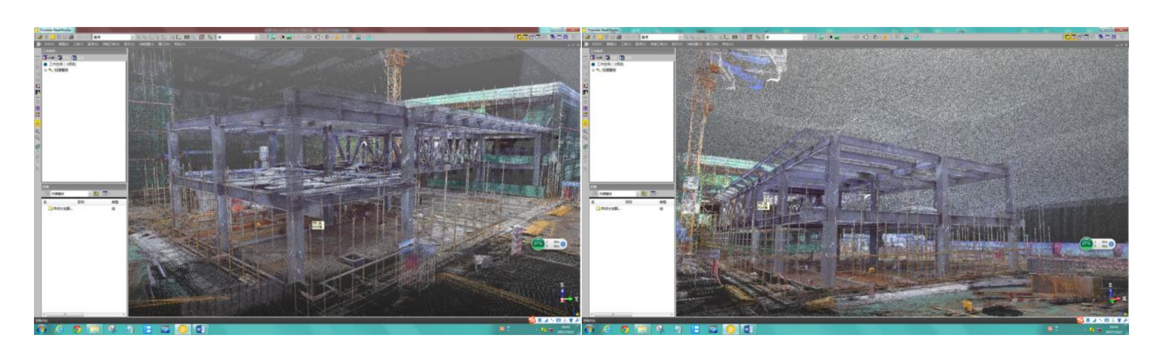


图 9 三维扫描合成图

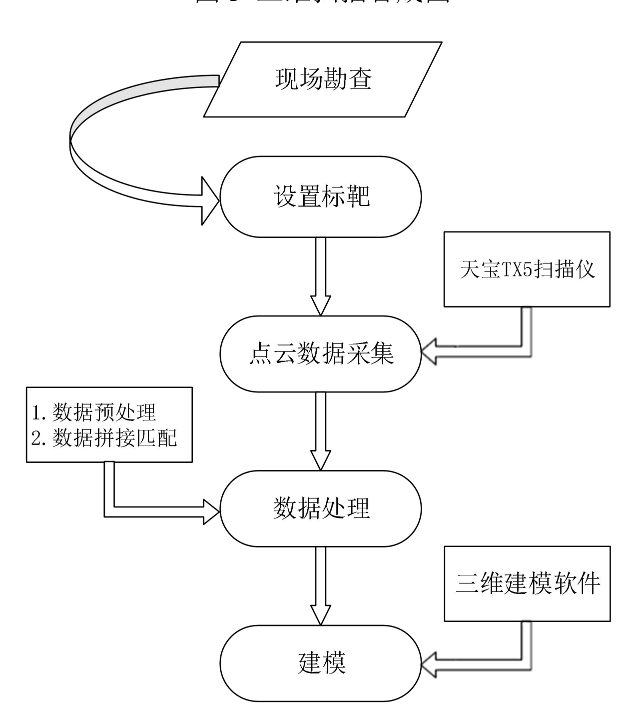


图 10 三维扫描应用流程路线图

2.6 基于 BIM 的 5D 技术

BIM 技术在 3D 模型中加入进度、成本信息，形成 5D 模型，围绕 BIM 平台，集成各个专业模型，其中包括建筑、结构、机电等，综合考虑施工进程中的进度、质量、安全、成本等信息，利用 BIM 模型的可分析计算特性，支撑项目的成本管控、进度控制、物料管理等，帮助管理人员实现精细化管理和有效决策，达到提高质量、缩短工期、控制成本的目的。本项目，运用 BIM5D 软件平台，将 Revit 等软件建立的模型导入 BIM5D 进行集成，形成完备的 BIM 应用模型，将模型与施工图纸、进度计划、成本计划关联起来。

在运河宿迁港项目中，采用 Navisworks、5D BIM 等软件对施工场地进行场地分析及绿色建筑三维模拟。研发项目级专项管理平台，在保证安全、质量要求的前提下，通过 BIM 技术进行管理，最大限度地节约资源，并尽可能减少对环境

存在负面影响的施工活动，实现四节（节能、节地、节水、节材），努力打造绿色建筑。

通过施工用地的合理利用，建筑设计前期的场地分析、运营管理中的空间管理，达到节约施工场地的目的，为项目绿色施工加分；利用 BIM 技术协助土方量的计算，模拟土地沉降、场地排水设计，以及分析建筑的消防作业面，设置最经济合理的消防器材。设计规划每层排水地漏位置雨水等非传统水源收集，将收集来的水源循环利用，能达到节水的目的；利用 BIM 技术，通过将 BIM 模型与现场实际情况进行对比，进行物料统计与限额领料，以达到节材的目的；利用 BIM 算量统计技术，通过参数化嵌入及二维码，使设备材料有据可查，施工过程定位管理，二维码物资供应链管理信息系统流程图如图 7 所示。在设备材料采购前完成族库构件的参数，使用 5D-BIM 进行限额领料，避免物料的二次运输、以及不必要的损耗，大大降低物料的消耗，节约成本。

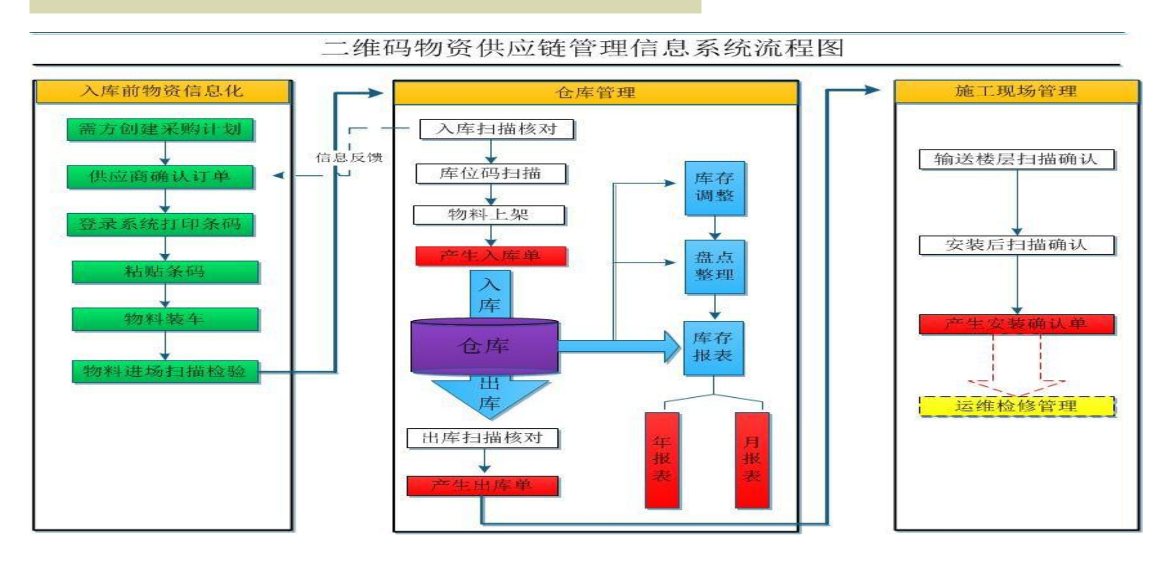


图 7 二维码物资供应链管理信息系统流程图

3 结束语

随着经济的快速发展，我国大型建设项目的投资日益增加、参建单位越来越多、项目功能要求越来越高且项目信息量大等特点日益显著。目前，建设项目深化设计要求越来越高，建设方案越来越复杂，工期越来越紧张，传统模式下的信息沟通和管理模式已远远不能满足要求，而 BIM 提供了一个合理高效的管理平台，能有效提高项目生产效率，实现精细化管理和标准化管理的目标。BIM 技术已经成功应用在运河宿迁港及仓储一期工程的项目管理上，同时结合宿迁港项

目，进一步研究了 BIM 技术在施工阶段的具体应用，包括深化设计应用、可视化技术、与 VR 技术结合、与三维扫描技术结合、5D 技术等。BIM 技术在整个项目建设全寿命周期中起到重要作用，利用自身优点，对整个过程进行监管。如今，市场竞争愈发激烈，利用 BIM 技术提升项目建筑水平与管理水平已成为当务之急。同时，在实践过程中，应不断完善 BI~~N~~M 技术，以促进建筑业可持续发展。

参考文献：

[1] 陈丽娟,骆汉宾,辛宏妍. 基于 BIM 的大型博览项目全寿命周期管理平台开发与应用[J]. 土木工程与管理学报,2015,(03):54-61.

[2] 刘占省,李斌,王杨,卫启星. BIM 技术在多哈大桥施工管理中的应用[J]. 施工技术,2015,(12):76-80.

[3] 刘占省,王泽强,张桐睿,徐瑞龙. BIM 技术全寿命周期一体化应用研究[J]. 施工技术,2013,(18):91-95.

[4]陈佳佳,朱燕.BIM 技术在天津永基花园二期项目中的应用[J].土木建筑工程信息技术,2015,7(~~0~~6):96-100.

Research of BIM technology application in the canal Suqian port project

Li Xinyu, He Yuhang, Huo Xuxin

(Powerchin a Construction Group Ltd.,~~;~~Beijing 100120,China)

~~Li Xinyu, He Yuhang, Huo Xuxin~~

Abstract: With the canal Suqian port phase ii project and the first phase of warehouse as the backing,combined with the features of the stern design requirements,the complex solution,being pressed for time,green construction ,in accordance with the problem of the traditional construction,using BIM(Building Information Modelling) and extensive using new information on site construction technology,realize the complex engineering visualization and parametric modeling,virtual 3D model construction ,found that the problem timely adjustment ,obtain the most accurate

engineering basic data,realize the whole process cost management ,realize the sharing and reuse of engineering engineering data,to ensure that the project meets the requirements of green building evaluation.The application of BIM technology in the construction stage is further studied with the project of the canal Suqian port,including deepening design application ,visualization technology,combining with high-tech technology ,5D technology,etc.

Keywords:technology of building information modelling;visualization technology ;5D